

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y PROYECTO DE REHABILITACION DE UN DESARROLLO URBANISTICO DE VIVIENDAS POPULARES.

M.Y. Dikdan Jaua¹, D. Avon Ziraldo², J. Yépez³

(1), (2) y (3) Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Avenida Las Industrias, Zona Industrial II, antigua sede de la Escuela Ferroviaria, Barquisimeto- Venezuela

mydikdan@ucla.edu.ve

davon@ucla.edu.ve

chepel2@hotmail.com

RESUMEN

El comportamiento de sistemas constructivos novedosos, está influenciado por las características propias y por factores externos que induzcan esfuerzos adicionales, tal es el caso de un desarrollo de 120 viviendas populares construido al Norte de Barquisimeto – Venezuela, construidas con el sistema de casas preensambladas de paneles de cemento reforzados. A dos años de su construcción aparecen síntomas patológicos como: desplazamientos en las paredes, rotura de las láminas de techo, filtraciones, fallas en el sistema de electricidad, empozamiento de aguas de lluvia en la vialidad interna, entre otras. se realizó un diagnóstico evaluando los sistemas con problemas, generándose un proyecto que consideró mejoramiento de las condiciones del suelo en la parcela, mediante la inyección de lechada de cemento, reforzamiento estructural, construcción de sobrepisos, sustitución del tipo de techo, de accesorios eléctricos y de las instalaciones de aguas blancas en las casas, repavimentación de las calles, entre otros.

Palabras Claves: evaluación, viviendas, populares, rehabilitación, estructural

INTRODUCCIÓN

El estudio fue realizado en un desarrollo urbanístico de interés social construido en el año 1995, con una edad de construcción y ocupación para el momento de la evaluación de 8 años. Se encuentra ubicado en el Sector Sabana Grande, vía El Cuji, Municipio Iribarren, Estado Lara - Venezuela.

Se trata de un urbanismo constituido por ocho (8) terrazas, en donde se encuentran asentadas ciento veinte (120) viviendas, con un área techada de 57,9 M2, construidas con un sistema estructural cuyas característica del material: según establece la empresa productora, es que las casas contienen un 99% de materiales nacionales y son fabricadas con paneles de cemento reforzados, cuyos materiales componentes son: 90% de Cemento Portland I, agua y 10% fibras orgánicas naturales como: Pulpa de Madera (importada de Finlandia o Canadá), Cartón Reciclado, Periódico de sobre-edición y Celulosa, que posteriormente son sometidas a un proceso de mineralización con Sulfato de Aluminio y Microsilica (traída de Suiza). Según el proveedor es un material libre de asbesto, extremadamente livianos y fuertes; a prueba de humedad, bacterias e insectos y son resistentes al fuego. **No utilizan ningún material degradable por los elementos e insectos propios de las zonas tropicales.**

El Diagnóstico se realizó en la totalidad del urbanismo donde se encuentran construidas las 120 viviendas, con la finalidad de

proceder a rehabilitarlo.

Luego de realizado el diagnóstico se considero necesario, plantear las propuestas de rehabilitación a cada uno de los sistemas generándose un proyecto que consideró mejoramiento de las condiciones del suelo en la parcela, mediante la inyección de lechada de cemento, reforzamiento estructural, construcción de sobrepisos, sustitución del tipo de techo, de accesorios eléctricos y de las instalaciones de aguas blancas en las casas, repavimentación de las calles, entre otros.

PROCEDIMIENTO

Durante los meses de Julio a Septiembre del 2003, se realizó el "Estudio Geotécnico, Diagnóstico Patológico y Proyecto de Rehabilitación de las Viviendas y Urbanismo".

La ejecución de las actividades se realizó con un equipo de trabajo conformado por profesionales de la ingeniería y de personal de apoyo, quienes coordinaron con los miembros de la comunidad, el momento apropiado según la disponibilidad de tiempo de cada familia, para el acceso a los inmuebles, algunas actividades fueron realizadas en horario especial, por las particularidades del **trabajo y la necesidad de participación de la comunidad afectada**. Las actividades correspondientes a la ejecución de los trabajos realizados en el área objeto de estudio fueron:

1. Levantamiento de la Información Técnica preliminar.

El proceso se inicia con la búsqueda de la información preliminar que permite reconstruir la historia de la urbanización, en tal sentido se identificó la información técnica del sistema constructivo de la empresa proveedora del mismo, estudios y evaluaciones preliminares realizadas por diferentes profesionales, informes técnicos emitidos por organismos del estado, documentos que avalan la gestión de los habitantes ante diferentes instancias, notas de prensa, entre otros.

2. Planificación previa del desarrollo del trabajo: Se determinaron las actividades a desarrollar, entre las que estaban el levantamiento en campo de la sintomatología de fallas tanto en las viviendas como en el urbanismo, para ello se diseñaron hojas de registro que permitieron determinar los elementos a estudiar, las pruebas a realizar en sitio en cada sistema y la opinión de los usuarios de los inmuebles sobre el funcionamiento de los mismos.

3. Reuniones con la Comunidad Habitante del sector: a fin de informar sobre el proceso y de esta manera facilitar el acceso a los inmuebles para aplicar las encuestas y realizar las pruebas correspondientes.

4. Levantamiento Topográfico: se revisaron las características del terreno y su entorno y se realizó un levantamiento planialtimétrico del sector con curvas de nivel distanciadas a cada 5 cms.

5. Estudio Geotécnico. Estudio de Laboratorio: con el propósito de investigar las posibles causas de los daños presentes en el desarrollo, los aspectos considerados son los siguientes: aspectos generales, geología, sismo tectónico, exploración de campo, estudio de laboratorio, descripción del perfil promedio del suelo, resumen de parámetros, conclusiones y recomendaciones.

6. Levantamiento de la Sintomatología de Fallas en el Urbanismo: Se realizó una revisión general del acueducto, cloacas y electricidad.

7. Levantamiento de la Sintomatología de Fallas en las Viviendas: Se procedió a realizar encuestas donde se investigó acerca del comportamiento de los sistemas de instalaciones de aguas blancas, aguas negras y electricidad de las viviendas, además del comportamiento de los elementos componentes del sistema estructural. Por otra parte se identificó satisfacción y aceptación del sistema por parte de los usuarios.

8. Ejecución de las pruebas de funcionamiento en los sistemas de instalaciones de aguas blancas, aguas negras y electricidad en las viviendas.

9. Evaluación Estructural del Sistema de Paneles de Cemento Reforzados: El análisis estructural se realizó siguiendo los lineamientos de las normas COVENIN-MINDUR 2002-88 (Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones), COVENINMINDUR 2003-86 (Acciones del Viento sobre las Construcciones), COVENINMINDUR 1753-87 (Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones: Análisis y Diseño).

10. Análisis y Diseño de las propuestas de Solución Estructural: Se consideraron 04 casos a analizar: Caso 1: "Estructura Actual", Caso 2: "Estructura Reforzada con un friso armado en ambas caras de las láminas de cemento reforzado", Caso 3: "Estructura Nueva en Mampostería Confinada", Caso 4: "Estructura Nueva con Pórticos en Perfiles metálicos".

11. Evaluación del Sistema de Drenajes del Urbanismo: con el levantamiento topográfico se procedió a la evaluación del sistema de drenaje superficial de la urbanización realizando una evaluación Hidrológica y una evaluación Hidráulica mediante el análisis de 4 Alternativas.

12. Propuesta de Rehabilitación del Sistema de Drenaje Urbano.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de los estudios realizado a fin de determinar las causas desencadenantes de los problemas observados, que permitieron determinar las acciones a seguir a los fines de rehabilitar el desarrollo urbanístico.

Se observa en la tabla N° 1, los resultados del levantamiento de información en campo (síntomatología de fallas, opinión).

Descripción	Cant Viviendas	%	Descripción	Cant Viviendas	%
Tapa Juntas de laminas Partidas	87	81.3	Filtración en tuberías de aguas blancas Viv.	17	15.9
Tapa Juntas metálicas desprendidas	21	19.7	Problemas en Sistema Electricidad Viv.	50	46.7
Láminas ondulas del techo desprendidas.	46	43	Fisuras en losa de piso	24	22.4
Láminas planas Techo (14mm) deflectadas	103	96.3	Descuadre Intermitente de puertas	63	58.9
Láminas planas Techo (14mm) partidas	43	40.1	Marcos de Puertas Corroídos	12	11.2
Láminas en pared (20mm) con Moho	56	52.3	Pared bloque de lindero fisurada	32	30
Lámina de pared (20mm), partida o agrietadas	11	10.3	Modificación en paredes laterales o internas	31	28.9
Separación de junta vertical en eje de cumbrera	68	63.6	Ampliaciones realizadas	33	30.8
Láminas Planas(14mm)detechodesprendidas	56	52.3	Pendientes de terreno en la parcela inadecuadas	63	58.9
Filtraciones por junta pared piso	60	56.1	Deseo de cambio del sistema constructivo	72	67.3

Nota: Se encuestaron 107 de las 120 viviendas, ya que las otras fueron demolidas o estaban desocupadas.

Tabla N° 1: Resultado de encuestas y del levantamiento de información de campo

Topografía: Se trata de una extensión aproximada de 2,5 Has., de topografía plana con muy poca pendiente, no se evidencia un sistema de drenaje superficial y las aguas escurren sobre la superficie del pavimento.

Geología: Las rocas predominantes en el área son sedimentarias, lutitas y calizas, superficialmente la geología está constituida por peñones embebidos en matriz arcillo arenosa y arcillas en superficie.

Análisis Tectónico: La característica mas resaltante es la cercanía a la cual se encuentran varias fallas geológicas activas de primer orden como son: Falla de Boconó que representa el borde de separación de las placas tectónicas de Suramérica y Caribeña, Falla de Trujillo, Oca Ancon, Hato Viejo, Valera, Morón y la Victoria, además de 15 fallas de orden secundario, que contribuyen con la amenaza sísmica general en el sector. El área de estudio se encuentra ubicada en la Zona 5 (la clasificación máxima es 7) del nuevo mapa de zonificación sísmica de Venezuela lo que asigna una aceleración máxima probable de $a = 0,3g$. (NORMA COVENIN 1756-2001), Podemos considerar, por estas características y por la sismicidad registrada por instrumento o por archivos históricos, que el área está en una zona de mediana a alta sismicidad.

Características del Suelo: suelo de origen aluvional, altamente meteorizado y de textura fina en los primeros 3 metros. El estrato superficial entre 0 – 80cm, es de espesor irregular y se trata de un relleno arcillo-arenoso de baja compactación, baja densidad y baja capacidad de soporte lo que puede estar influyendo en las deformaciones observadas en las estructuras de las viviendas.

El perfil en general tiene una moderada capacidad de soporte, baja plasticidad y baja actividad.

La humedad del perfil también es moderada y no se evidencia presencia de nivel freático. Las características del suelo y la velocidad de onda de corte son indicativas de un suelo de forma espectral S3 (COVENIN 1756-2001). Las características de baja capacidad y baja densidad en la capa superficial del perfil y la deficiencia o ausencia de drenajes, afecta en forma importante el comportamiento del suelo.

Acueducto: Se comprobó que el abastecimiento público de agua no es constante sólo lo obtienen los días lunes, miércoles y viernes en horario de la mañana, además no garantiza la presión suficiente, para solventar esta situación los usuarios realizan una conexión directa del abastecimiento público mediante una bomba de ½" Hp. en la entrada de sus viviendas para llenar tanto los recipientes (pipas) como los tanques de almacenamiento para aquellos que poseen sistema hidroneumático, contraviniendo lo establecido en la Gaceta Sanitaria.

Cloacas: Principal en una de las calles el colector se encuentra situado dentro de los linderos o fachadas de las viviendas contraviniendo las normas lo cual expresa que, el retiro mínimo de los linderos debe ser de 1 mt.

Electricidad: el problema que manifiestan mas abiertamente es el del recalentamiento al lado de interruptores y tomacorrientes, la quema frecuente de los bombillos incandescentes y que se desprenden las lámparas de las paredes. La conclusión es que estas condiciones se deben a la baja calidad de los materiales utilizados en la instalación (tomacorrientes, interruptores y lámparas) de esas piezas que a su vez

ya son sujetas de mantenimiento dados los años de funcionamiento de los mismos, sin embargo no se detectó problemas de diseño ni de construcción del sistema, el cual cumple con la normativa para el tipo de vivienda a atender.

Evaluación de la Estructura: tanto las laminas de cemento reforzado como las correas omegas son superadas en los valores de sus esfuerzos a flexión admisibles para algunas de las combinaciones de carga que incluyen la acción del viento, además en visita realizada a las viviendas se pudo constatar que no se incluyeron en la construcción de las mismas los elementos metálicos que sirven para asegurar la continuidad y conectividad entre las láminas. En cuanto a las aberturas observadas en las láminas (tapa juntas verticales) ubicadas en el eje de la cumbrera de las viviendas, las mismas sugieren la ocurrencia de unos asentamientos en los bordes delanteros y traseros de la losa de fundación, esto se corroboró mediante una nivelación realizada en la losa de piso en algunas viviendas que no poseían sobrepiso, pero del análisis de esfuerzos y deformaciones realizados a este elemento se desprende que estos asentamientos no son atribuidos a las cargas, concluyéndose que son causados por un desmejoramiento de las condiciones del suelo en estas zonas, debido a que las aguas de lluvia provenientes del techo a dos aguas, se empozan y percolan en estos sitios.

Drenaje Urbano: No existe sistema de drenaje superficial de los patios y vialidad interna, la acumulación de sedimentos en ciertas áreas de la urbanización ocasiona un comportamiento inadecuado del funcionamiento del drenaje sobre la calzada evidenciándose presencia de "charcos", es decir empozamiento de agua sobre el pavimento.

CONCLUSIONES

La Rehabilitación Estructural:

Luego de considerados los resultados de las opciones estudiadas se estimó como la mas conveniente desde el punto de vista técnico, social y económico:

1. El Refuerzo del Sistema de Paneles de Cemento Reforzados, por medio de un friso de 6 cms de espesor con concreto proyectado de $f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$, armado con malla electro soldada de $100 \times 100 \times 3 \text{ mm}$ con $F_y = 5100 \text{ Kg./cm}^2$, en ambas caras de las láminas, unidos mediante conectores de corte a cada 0.50 mts en ambos sentidos, previa eliminación de las Tapa Juntas horizontales y verticales, garantizando el recubrimiento de 2.5 cm por ambos lados de la malla electro soldada considerando criterios de durabilidad además del criterio de resistencia el cual solo requería de un espesor de friso de 3 cms para absorber los esfuerzos en la estructura.
2. Se deberá coser la junta pared - piso mediante solape del acero de refuerzo de la pared con la losa de piso en forma de "L", con este refuerzo se busca cumplir con el doble propósito de darle mayor rigidez lateral a las viviendas para soportar las cargas horizontales de viento, a la vez de garantizar la correcta conexión entre todos los elementos del sistema que conforman la vivienda y por otro lado mejorar la apariencia tanto interior como exterior de las mismas, aumentando en sus habitantes la percepción de poca seguridad que tienen con respecto al comportamiento del sistema,
3. En relación a los costos, esta alternativa resulta mas económica ya que se mantiene la losa de fundación existente, a la cual se le debe hacer un refuerzo consistente en la colocación de una malla con acero $\Phi = \frac{1}{4}"$ a cada 10 cm. en ambos sentidos y una capa de 5 cms de concreto $R_c = 210 \text{ Kg./cm}^2$.
4. Antes de realizar el refuerzo al sistema de paneles, se deberá tomar en cuenta lo siguiente: en aquellas viviendas donde exista un sobrepiso éste deberá demolerse, realizar una limpieza con agua y vinagre en los paneles con presencia de moho, realizar un reajuste en las puertas y ventanas además de verificar la verticalidad de los paneles.
5. Se deben considerar otros aspectos importantes tales como que el sistema continuaría siendo de paredes portantes, por lo cual se restringe la demolición de los elementos existentes para las ampliaciones y/o modificaciones que se realicen a futuro.
6. Sustituir la cubierta de techo por Machihembrado con Teja Asfáltica. Instalaciones Sanitarias:
 1. Sustituir las instalaciones de aguas blancas en las viviendas que presentaron fuga.
 2. Dado que la pared de servicio del baño y lavadero representaría un poco de mayor dificultad a la hora de realizar reparaciones a las instalaciones sanitarias, se propone la construcción de una pared de bloques en el interior del baño para la ubicación de dichas instalaciones.

Estabilización del Suelo:

1. Se debe mejorar la compactación del suelo alrededor de la casa, aumentando su densidad y capacidad de soporte, mediante un proceso de densificación con inyección de lechada agua- cemento, la dosificación a usar será de 23 lts de agua por saco de cemento.

Pavimentación y Drenaje Urbano:

1. Evaluadas las alternativas para dar respuesta al sistema de drenaje urbano. se planteó una conformación. nivelación y n de la

repavimentación de la avenida principal y calles internas de urbanización, para mejorar sustancialmente el drenaje interno del sistema vial.

2. Los habitantes deben conformar el área de terreno circundante a los inmuebles a los fines de garantizar el adecuado drenaje de la parcela hacia fuera de la fundación de las casas. Por otra parte deberá mantener la vialidad libre de acumulación de materiales, sedimentos y/o escombros provenientes de las ampliaciones y remodelaciones.

RECOMENDACIONES:

A los usuarios en general se les recomienda colocar tanques subterráneos de almacenamiento de agua que les permitan hacer un uso más racional del servicio además de mejorar las condiciones de confort de los habitantes, mientras mejora el abastecimiento de agua para el sector.

A los organismos competentes realizar un proyecto de drenaje urbano para todo el sector donde se encuentra asentado el urbanismo.

Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a las piezas y/o artefactos eléctricos de las viviendas.

Bibliografía Consultada

1. **Espinoza Juan, Gonzáles Iris, Montoya Andrés, Pérez Lismar. (1998).** Informe Preliminar de Diagnóstico "Urbanización AB" – Sistema Constructivo PLYCEM (Informe con fines académicos). Decanato de Ingeniería Civil, UCLA. Barquisimeto.

2. **Burgos Romel y Ciccaglione Vincenzina. Trabajo (1998).** Evaluación del Sistema Constructivo de Casas Preensambladas Tipo PLYCEM. Especial de Grado para optar al título de Ingenieros Civiles del Decanato de Ingeniería Civil de la UCLA. Barquisimeto.

3. **Dikdan Jaua María Ysabel (2000).** Modelo de Aseguramiento de la Calidad en el Diseño y Construcción de Desarrollos Masivos de Viviendas de Interés Social. Decanato de Ingeniería Civil de la UCLA. Barquisimeto.

4. **Diario El Impulso (12/12/2000).** Denuncia de los habitantes del sector, artículo publicado con el título "Se deterioran casas desechables construidas por Organismo Gubernamental Regional, en el sector Sabana Grande, vía El Cuji.

5. **Cuerpo de Bomberos del Municipio Iribarren del Estado Lara. Informe de inspección ocular a la urbanización (2000).** Barquisimeto.

6. **Informe Técnico Urbanización AB (2001).** Ing. Ángel Pérez. Departamento de Asistencia Técnica Habitacional de Organismo Gubernamental Regional.

7. **Informe Técnico Urbanización Argimiro Bracamonte (2002).** Ing. Douglas Morán, Gerencia de Desarrollo Habitacional - Organismo Gubernamental Regional, Barquisimeto.

8. **Norma COVENIN 1756-2001.** "Diseño de Estructuras Sismorresistentes"

9. **Norma COVENIN-MINDUR 2002-88.** "Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones".

10. **Norma COVENIN-MINDUR 2003-86.** "Acciones del Viento sobre las Construcciones".

11. **Norma COVENIN-MINDUR 1753-87.** "Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones: Análisis y Diseño".

12. **ASTM** Ensayos normalizados para la caracterización y determinación de las propiedades del suelo.